



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114709486 A

(43) 申请公布日 2022.07.05

(21) 申请号 202210236221.3

H01M 4/1393 (2010.01)

(22) 申请日 2022.03.10

H01M 4/1397 (2010.01)

H01M 4/62 (2006.01)

(71) 申请人 深圳市拓邦锂电池有限公司

地址 518000 广东省深圳市宝安区石岩街道浪心社区梨园工业区拓邦工业园厂房2四层东侧

(72) 发明人 唐少青

(74) 专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务所(普通合伙) 44314

专利代理师 冯小梅

(51) Int. Cl.

H01M 10/058 (2010.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 4/133 (2010.01)

H01M 4/136 (2010.01)

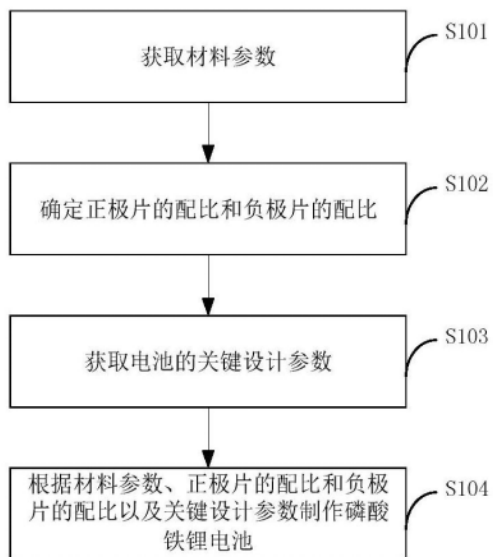
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

一种磷酸铁锂电池及其制作方法

(57) 摘要

本发明涉及一种磷酸铁锂电池及其制作方法,包括:获取材料参数;材料参数包括:高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和石墨,高孔隙率隔膜,高锂盐浓度的电解液,以及组合导电剂;确定正极片的配比和负极片的配比;获取电池的关键设计参数;根据材料参数、正极片的配比和负极片的配比以及关键设计参数制作磷酸铁锂电池。本发明可实现在能量密度不变的情况下,提升电池的大倍率充放电性能,同时可将电池大倍率放电时的温升控制在较低水平,以及提升电池的循环寿命。



1. 一种磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,包括:
获取材料参数;所述材料参数包括:高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和石墨,高孔隙率隔膜,高锂盐浓度的电解液,以及组合导电剂;
确定正极片的配比和负极片的配比;
获取电池的关键设计参数;
根据所述材料参数、所述正极片的配比和负极片的配比以及所述关键设计参数制作磷酸铁锂电池。
2. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述磷酸铁锂的粒径分布包括:D10、D50和D90;
所述磷酸铁锂的D10为:0.3~0.6 μm ;
所述磷酸铁锂的D50为:0.6~2 μm ;
所述磷酸铁锂的D90为:2~5 μm ;
所述石墨的粒径分布包括:D10、D50和D90;
所述石墨的D10为:3~6 μm ;
所述石墨的D50为:6~20 μm ;
所述石墨的D90为:20~35 μm 。
3. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述磷酸铁锂的压实密度为:2.35-2.5g/cm³且0.5C放电容量为135-145mAh/g;
所述石墨的0.5C放电容量为340-360mAh/g。
4. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述隔膜的孔隙率为:45%-55%;所述隔膜的厚度范围为9-25 μm ;
所述电解液中的锂盐浓度为:1.1M~1.5M。
5. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述组合导电剂包括:导电炭黑和纳米导电剂;
所述纳米导电剂包括:碳纳米管、碳纳米纤维及石墨烯中的任意一种或者多种;
所述纳米导电剂为干粉状态或者浆料状态。
6. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:94%~96%,组合导电剂的比例为:2%~4%;粘结剂的占比为1.5%~2.5%;
所述负极片的配比包括:石墨的占比为94%~96%,组合导电剂的占比为:1%~3%;粘结剂的占比为3%~5%。
7. 根据权利要求6所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述正极片的组合导电剂中:纳米导电剂的占比为40%~90%;
所述负极片的组合导电剂中:纳米导电剂的占比为10%~90%。
8. 根据权利要求7所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述正极片的组合导电剂中的粘结剂包括聚偏氟乙烯或者水性粘结剂;
所述负极片的组合导电剂中的粘结剂为羧甲基纤维素钠与丁苯橡胶的组合粘结剂或水性胶的任意一种。
9. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述电池的关键设计

参数包括:正极片的关键设计参数和负极片的关键设计参数;

所述正极片的关键设计参数包括:正极片敷料的面密度参数和正极片敷料的压实密度;

所述负极片的关键设计参数包括:负极片敷料的面密度参数和负极片敷料的压实密度。

10. 根据权利要求9所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为 $10\sim 15\text{mg}/\text{m}^2$,双面密度为 $20\text{-}30\text{mg}/\text{cm}^2$;

所述正极片敷料的压实密度为: $2.35\text{-}2.45\text{g}/\text{cm}^3$ 。

11. 根据权利要求9所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为 $4.5\text{-}7\text{mg}/\text{cm}^2$,双面密度为 $9\text{-}14\text{mg}/\text{cm}^2$;

所述负极片敷料的压实密度为: $1.40\text{-}1.55\text{g}/\text{cm}^3$ 。

12. 根据权利要求1所述的磷酸铁锂电池的制作方法,其特征在于,所述制作方法还包括:

若所述磷酸铁锂电池为卷绕式电池,则采用减短极片、增加并联卷芯个数的方式制作;

若所述磷酸铁锂电池为双片式电池,则采用低下脚料面密度、增加极片层数的方式制作。

13. 一种磷酸铁锂电池,其特征在于,采用权利要求1-12任一项所述的磷酸铁锂电池的制作方法制作。

一种磷酸铁锂电池及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及属于锂离子电池技术领域,更具体地说,涉及一种磷酸铁锂电池及其制作方法。

背景技术

[0002] 随着节能环保需求的日益增强,锂离子电池因其清洁高效而备受关注。短短数十年间,锂离子电池已广泛运用于3C产品、电子设备、新能源汽车、储能等各个领域。目前,锂离子电池性能发展主要有两大发展方向,一是高能量密度方向,另一个是高倍率方向,两个方向通常是独立发展,有时为追求一个方向的极致发展,需要牺牲另一个方向的部分性能,因此,兼顾能量密度和分辨率性能的产品,在市场上比较紧缺。

发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题在于,针对现有技术的缺陷,提供一种磷酸铁锂电池及其制作方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种磷酸铁锂电池的制作方法,包括:

[0005] 获取材料参数;所述材料参数包括:高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和石墨,高孔隙率隔膜,高锂盐浓度的电解液,以及组合导电剂;

[0006] 确定正极片的配比和负极片的配比;

[0007] 获取电池的关键设计参数;

[0008] 根据所述材料参数、所述正极片的配比和负极片的配比以及所述关键设计参数制作磷酸铁锂电池。

[0009] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述磷酸铁锂的粒径分布包括:D10、D50和D90;

[0010] 所述磷酸铁锂的D10为:0.3~0.6 μm ;

[0011] 所述磷酸铁锂的D50为:0.6~2 μm ;

[0012] 所述磷酸铁锂的D90为:2-5 μm ;

[0013] 所述石墨的粒径分布包括:D10、D50和D90;

[0014] 所述石墨的D10为:3~6 μm ;

[0015] 所述石墨的D50为:6~20 μm ;

[0016] 所述石墨的D90为:20~35 μm 。

[0017] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述磷酸铁锂的压实密度为:2.35-2.5g/cm³且0.5C放电容量为135-145mAh/g;

[0018] 所述石墨的0.5C放电容量为340-360mAh/g。

[0019] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述隔膜的孔隙率为:45%-55%;所述隔膜的厚度范围为9-25 μm ;

- [0020] 所述电解液中的锂盐浓度为:1.1M~1.5M。
- [0021] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述电解液中的锂盐包括:六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、双草酸硼酸锂中的任意一种或者多种。
- [0022] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述电解液中的主溶剂包括:碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯、碳酸丙烯酯、乙酸乙酯和乙酸丙酯中的任意一种或者多种。
- [0023] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述组合导电剂包括:导电炭黑和纳米导电剂;
- [0024] 所述纳米导电剂包括:碳纳米管、碳纳米纤维及石墨烯中的任意一种或者多种;
- [0025] 所述纳米导电剂为干粉状态或者浆料状态。
- [0026] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:94%~96%,组合导电剂的比例为:2%~4%;粘结剂的占比为1.5%~2.5%;
- [0027] 所述负极片的配比包括:石墨的占比为94%~96%,组合导电剂的占比为:1%~3%;粘结剂的占比为3%~5%。。
- [0028] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片的组合导电剂中:纳米导电剂的占比为40%~90%;
- [0029] 所述负极片的组合导电剂中:纳米导电剂的占比为10%~90%。
- [0030] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片的组合导电剂中的粘结剂包括聚偏氟乙烯或者水性粘结剂;
- [0031] 所述负极片的组合导电剂中的粘结剂为羧甲基纤维素钠与丁苯橡胶的组合粘结剂或水性胶的任意一种。
- [0032] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述电池的关键设计参数包括:正极片的关键设计参数和负极片的关键设计参数;
- [0033] 所述正极片的关键设计参数包括:正极片敷料的面密度参数和正极片敷料的压实密度;
- [0034] 所述负极片的关键设计参数包括:负极片敷料的面密度参数和负极片敷料的压实密度。
- [0035] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为10~15mg/m²,双面密度为20-30mg/cm²;
- [0036] 所述正极片敷料的压实密度为:2.35-2.45g/cm³。
- [0037] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为4.5-7mg/cm²,双面密度为9-14mg/cm²;
- [0038] 所述负极片敷料的压实密度为:1.40-1.55g/cm³。
- [0039] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述磷酸铁锂的D10为:0.45um,所述磷酸铁锂的D50为:1.0um,所述磷酸铁锂的D90为:4um;所述磷酸铁锂的压实密度大于等于2.4g/cm³;所述磷酸铁锂的0.5C放电容量为140mAh/g;
- [0040] 所述石墨的D10为:6um,所述石墨的D50为:17um,所述石墨的D90为:30um;所述石墨的0.5C放电容量为345mAh/g;
- [0041] 所述隔膜的孔隙率为:52%,所述隔膜的厚度为:20um;

[0042] 所述电解液中的锂盐为：六氟磷酸锂，且所述锂盐的浓度为：1.2M；

[0043] 所述电解液中的主溶剂包括：碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯和乙酸丙酯；

[0044] 所述组合导电剂包括：导电炭黑和纳米导电剂；所述纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复合导电浆料。

[0045] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述正极片的配比包括：磷酸铁锂的占比为：95%，组合导电剂的比例为：3%；所述正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为：50%；所述正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯，且所述聚偏氟乙烯的占比为：2%；

[0046] 所述负极片的配比包括：石墨的占比为94.5%，组合导电剂的占比为：2%；所述负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为：50%；所述负极片中的组合导电剂的粘结剂包括：羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶，且所述羧甲基纤维素钠的占比为：1.5%，所述丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0047] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述正极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：13.5mg/cm²，双面密度为：27mg/cm²；所述正极片敷料的压实密度为：1.5g/cm³；

[0048] 所述负极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：6.1mg/cm²，双面密度为：12.2mg/cm²；所述负极片敷料的压实密度为：1.5g/cm³。

[0049] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述正极片的配比包括：磷酸铁锂的占比为：95.5%，组合导电剂的比例为：2.5%；所述正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为：70%；所述正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯，且所述聚偏氟乙烯的占比为：2%；

[0050] 所述负极片的配比包括：石墨的占比为95%，组合导电剂的占比为：1.5%；所述负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为：60%；所述负极片中的组合导电剂的粘结剂包括：羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶，且所述羧甲基纤维素钠的占比为：1.5%，所述丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0051] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述正极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：12.2mg/cm²，双面密度为：24.4mg/cm²；所述正极片敷料的压实密度为：2.4g/cm³；

[0052] 所述负极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：5.5mg/cm²，双面密度为：11mg/cm²；所述负极片敷料的压实密度为：1.5g/cm³。

[0053] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述正极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：13.5mg/cm²，双面密度为：27mg/cm²；所述正极片敷料的压实密度为：2.4g/cm³；

[0054] 所述负极片敷料的面密度参数包括：单面密度为：5.8mg/cm²，双面密度为：11.6mg/cm²；所述负极片敷料的压实密度为：1.5g/cm³。

[0055] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中，所述磷酸铁锂的D10为：0.45um，所述磷酸铁锂的D50为：1.0um，所述磷酸铁锂的D90为：4um；所述磷酸铁锂的压实密度大于等于2.4g/cm³；所述磷酸铁锂的0.5C放电容量为140mAh/g；

[0056] 所述石墨的D10为：4.5um，所述石墨的D50为：11um，所述石墨的D90为：24um；所述

石墨的0.5C放电容量为348mAh/g;

[0057] 所述隔膜的孔隙率为:52%,所述隔膜的厚度为:20um;

[0058] 所述电解液中的锂盐为:六氟磷酸锂,且所述锂盐的浓度为:1.2M;

[0059] 所述电解液中的主溶剂包括:碳酸乙烯酯、碳酸甲乙酯、碳酸二甲酯和乙酸丙酯;

[0060] 所述组合导电剂包括:导电炭黑和纳米导电剂;所述纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复合导电浆料。

[0061] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:95.5%,组合导电剂的比例为:2.5%;所述正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:70%;所述正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯,且所述聚偏氟乙烯的占比为:2%;

[0062] 所述负极片的配比包括:石墨的占比为95%,组合导电剂的占比为:1.5%;所述负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:60%;所述负极片中的组合导电剂的粘结剂包括:羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶,且所述羧甲基纤维素钠的占比为:1.5%,所述丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0063] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:12.2mg/cm²,双面密度为:24.4mg/cm²;所述正极片敷料的压实密度为:2.4g/cm³;

[0064] 所述负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:5.2mg/cm²,双面密度为:10.4mg/cm²;所述负极片敷料的压实密度为:1.5g/cm³。

[0065] 在本发明所述的磷酸铁锂电池的制作方法中,所述制作方法还包括:

[0066] 若所述磷酸铁锂电池为卷绕式电池,则采用减短极片、增加并联卷芯个数的方式制作;

[0067] 若所述磷酸铁锂电池为双片式电池,则采用低下脚料面密度、增加极片层数的方式制作。

[0068] 本发明还提供一种磷酸铁锂电池,采用以上所述的磷酸铁锂电池的制作方法制作。

[0069] 实施本发明的磷酸铁锂电池及其制作方法,具有以下有益效果:包括:获取材料参数;材料参数包括:高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和石墨,高孔隙率隔膜,高锂盐浓度的电解液,以及组合导电剂;确定正极片的配比和负极片的配比;获取电池的关键设计参数;根据材料参数、正极片的配比和负极片的配比以及关键设计参数制作磷酸铁锂电池。本发明可实现在能量密度不变的情况下,提升电池的大倍率充放电性能,同时可将电池大倍率放电时的温升控制在较低水平,以及提升电池的循环寿命。

附图说明

[0070] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0071] 图1是本发明实施例提供的磷酸铁锂电池及其制作方法的流程示意图;

[0072] 图2是2C充电曲线对比示意图;

[0073] 图3是3C充电曲线对比示意图;

[0074] 图4是6C放电曲线对比示意图;

[0075] 图5是6C放电温度曲线对比示意图；

[0076] 图6是循环性能对比图。

具体实施方式

[0077] 为了对本发明的技术特征、目的和效果有更加清楚的理解，现对照附图详细说明本发明的具体实施方式。

[0078] 参考图1，为本发明提供的磷酸铁锂电池的制作方法一可选实施例的流程示意图。

[0079] 具体的，如图1所示，该磷酸铁锂电池的制作方法包括以下步骤：

[0080] 步骤S101、获取材料参数。

[0081] 可选的，本发明实施例中，材料参数包括：高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和石墨，高孔隙率隔膜，高锂盐浓度的电解液，以及组合导电剂。

[0082] 可选的，一些实施例中，高容量、高压实密度且小粒径的磷酸铁锂和高容量、高密度且小粒径的石墨分别可以根据以下要求进行选择。

[0083] 具体为：磷酸铁锂的粒径分布包括：D10、D50和D90。其中，磷酸铁锂的D10为：0.3~0.6 μm ；磷酸铁锂的D50为：0.6~2 μm ；磷酸铁锂的D90为：2-5 μm 。

[0084] 石墨的粒径分布包括：D10、D50和D90。其中，石墨的D10为：3~6 μm ；石墨的D50为：6~20 μm ；石墨的D90为：20~35 μm 。

[0085] 本发明实施例中，D10是指D10，D50是指D50，D90是指D90。

[0086] 可选的，一些实施例中，磷酸铁锂的压实密度为：2.35-2.5 g/cm^3 且0.5C放电容量为135-145 mAh/g ；石墨的0.5C放电容量为340-360 mAh/g 。

[0087] 可选的，一些实施例中，高孔隙率隔膜可以为以下隔离：即隔膜的孔隙率为：45%-55%；隔膜的厚度范围为9-25 μm 。

[0088] 可选的，一些实施例中，高锂盐浓度电解液中，电解液中的锂盐浓度为：1.1M~1.5M。

[0089] 其中，电解液中的锂盐包括：六氟磷酸锂、四氟硼酸锂、双草酸硼酸锂中的任意一种或者多种。

[0090] 进一步地，电解液中的主溶剂包括：EC（碳酸乙烯酯）、EMC（碳酸甲乙酯）、DMC（碳酸二甲酯）、PC（碳酸丙烯酯）、EA（乙酸乙酯）和PA（乙酸丙酯）中的任意一种或者多种。

[0091] 可选的，一些实施例中，组合导电剂包括：导电炭黑和纳米导电剂；。

[0092] 其中，纳米导电剂包括：碳纳米管、碳纳米纤维及石墨烯中的任意一种或者多种。纳米导电剂为干粉状态或者浆料状态。

[0093] 步骤S102、确定正极片的配比和负极片的配比。

[0094] 可选的，一些实施例中，正极片的配比包括：磷酸铁锂的占比为：94%~96%，组合导电剂的比例为：2%~4%。可选的，一些实施例中，正极片的组合导电剂中：纳米导电剂的占比为40%~90%，粘结剂的占比为1.5%~2.5%。

[0095] 其中，正极片的组合导电剂中的粘结剂包括聚偏氟乙烯或者水性粘结剂。

[0096] 负极片的配比包括：石墨的占比为94%~96%，组合导电剂的占比为：1%~3%。负极片的组合导电剂中：纳米导电剂的占比为10%~90%，粘结剂的占比为3%~5%。

[0097] 其中，负极片的组合导电剂中的粘结剂为羧甲基纤维素钠与丁苯橡胶的组合粘结

剂或水性胶的任意一种。

[0098] 步骤S103、获取电池的关键设计参数。

[0099] 本发明实施例中,电池的关键设计参数包括:正极片的关键设计参数和负极片的关键设计参数。

[0100] 其中,正极片的关键设计参数包括:正极片敷料的面密度参数和正极片敷料的压实密度。负极片的关键设计参数包括:负极片敷料的面密度参数和负极片敷料的压实密度。

[0101] 可选的,一些实施例中,正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为 $10\sim 15\text{mg}/\text{m}^2$,双面密度为 $20\sim 30\text{mg}/\text{cm}^2$ 。正极片敷料的压实密度为: $2.35\sim 2.45\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0102] 可选的,一些实施例中,负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为 $4.5\sim 7\text{mg}/\text{cm}^2$,双面密度为 $9\sim 14\text{mg}/\text{cm}^2$ 。负极片敷料的压实密度为: $1.40\sim 1.55\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0103] 步骤S104、根据材料参数、正极片的配比和负极片的配比以及关键设计参数制作磷酸铁锂电池。

[0104] 可选的,本发明实施例中,若磷酸铁锂电池为卷绕式电池,则采用减短极片、增加并联卷芯个数的方式制作。若磷酸铁锂电池为双片式电池,则采用低下脚料面密度、增加极片层数的方式制作。

[0105] 通过本发明实施例提供的磷酸铁锂电池的制作方法可以在能量密度不变的情况下,提升电池的大倍率充、放电性能,同时可以将电池大倍率放电时的温升控制在较低的水平,而且还可以提升电池的循环寿命。

[0106] 下面以具体的实施例进行说明。

[0107] 实施例一:

[0108] 以一款方形铝壳25Ah(标称容量)、能量密度 $135\text{WH}/\text{kg}$ 的磷酸铁锂电池作为蓝本,采用本发明实施例提供的磷酸铁锂电池的制作方法进行制作。

[0109] 其中,磷酸铁锂的D10为: $0.45\mu\text{m}$,磷酸铁锂的D50为: $1.0\mu\text{m}$,磷酸铁锂的D90为: $4\mu\text{m}$;磷酸铁锂的压实密度大于等于 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$;磷酸铁锂的0.5C放电容量为 $140\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0110] 石墨的D10为: $6\mu\text{m}$,石墨的D50为: $17\mu\text{m}$,石墨的D90为: $30\mu\text{m}$;石墨的0.5C放电容量为 $345\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0111] 隔膜的孔隙率为: 52% ,隔膜的厚度为: $20\mu\text{m}$ 。

[0112] 电解液中的锂盐为:六氟磷酸锂,且锂盐的浓度为: 1.2M 。电解液中的主溶剂为EC+EMC+DMC+PA的组合。

[0113] 组合导电剂包括:导电炭黑和纳米导电剂;纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复合导电浆料。

[0114] 正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为: 95% ,组合导电剂的比例为: 3% ;正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为: 50% ;正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯,且聚偏氟乙烯的占比为: 2% 。

[0115] 负极片的配比包括:石墨的占比为: 94.5% ,组合导电剂的占比为: 2% ;负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为: 50% ;负极片中的组合导电剂的粘结剂包括:羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶,且羧甲基纤维素钠的占比为: 1.5% ,丁苯橡胶的占比为: 2.0% 。

[0116] 正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为: $13.5\text{mg}/\text{cm}^2$,双面密度为: $27\text{mg}/\text{cm}^2$;正极片敷料的压实密度为: $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为: $6.1\text{mg}/$

cm^2 , 双面密度为: $12.2\text{mg}/\text{cm}^2$; 负极片敷料的压实密度为: $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0117] 其中, 该实施例中, 正极片和负极片长度在原蓝本极片长度的基础上缩短17%, 宽度保持不变; 卷芯个数由原蓝本的6卷芯并联改为8卷芯并联的结构。注液工序的注液量在原蓝本的基础上降低10%, 以保证电池的能量密度。完成所有制作工序后, 进行性能测试。

[0118] 实施例二:

[0119] 以一款方形铝壳25Ah (标称容量)、能量密度135WH/kg的磷酸铁锂电池作为蓝本, 采用本发明实施例提供的磷酸铁锂电池的制作方法进行制作。

[0120] 其中, 磷酸铁锂的D10为: $0.45\mu\text{m}$, 磷酸铁锂的D50为: $1.0\mu\text{m}$, 磷酸铁锂的D90为: $4\mu\text{m}$; 磷酸铁锂的压实密度大于等于 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$; 磷酸铁锂的0.5C放电容量为 $140\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0121] 石墨的D10为: $6\mu\text{m}$, 石墨的D50为: $17\mu\text{m}$, 石墨的D90为: $30\mu\text{m}$; 石墨的0.5C放电容量为 $345\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0122] 隔膜的孔隙率为: 52%, 隔膜的厚度为: $20\mu\text{m}$ 。

[0123] 电解液中的锂盐为: 六氟磷酸锂, 且锂盐的浓度为: 1.2M; 电解液中的主溶剂为EC+EMC+DMC+PA的组合。

[0124] 组合导电剂包括: 导电炭黑和纳米导电剂; 纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复合导电浆料。

[0125] 正极片的配比包括: 磷酸铁锂的占比为: 95.5%, 组合导电剂的比例为: 2.5%; 正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为: 70%; 正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯, 且聚偏氟乙烯的占比为: 2%;

[0126] 负极片的配比包括: 石墨的占比为95%, 组合导电剂的占比为: 1.5%; 负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为: 60%; 负极片中的组合导电剂的粘结剂包括: 羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶, 且羧甲基纤维素钠的占比为: 1.5%, 丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0127] 正极片敷料的面密度参数包括: 单面密度为: $12.2\text{mg}/\text{cm}^2$, 双面密度为: $24.4\text{mg}/\text{cm}^2$; 正极片敷料的压实密度为: $2.4\text{g}/\text{cm}^3$ 。负极片敷料的面密度参数包括: 单面密度为: $5.5\text{mg}/\text{cm}^2$, 双面密度为: $11\text{mg}/\text{cm}^2$; 负极片敷料的压实密度为: $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ 。

[0128] 其中, 该实施例中, 正极片和负极片长度在原蓝本极片长度的基础上缩短9%, 宽度保持不变; 卷芯个数由原蓝本的6卷芯并联改为8卷芯并联的结构。注液工序的注液量在原蓝本的基础上降低10%, 以保证电池的能量密度。完成所有制作工序后, 进行性能测试。

[0129] 实施例三:

[0130] 以一款方形铝壳25Ah (标称容量)、能量密度135WH/kg的磷酸铁锂电池作为蓝本, 采用本发明实施例提供的磷酸铁锂电池的制作方法进行制作。

[0131] 其中, 磷酸铁锂的D10为: $0.45\mu\text{m}$, 磷酸铁锂的D50为: $1.0\mu\text{m}$, 磷酸铁锂的D90为: $4\mu\text{m}$; 磷酸铁锂的压实密度大于等于 $2.4\text{g}/\text{cm}^3$; 磷酸铁锂的0.5C放电容量为 $140\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0132] 石墨的D10为: $6\mu\text{m}$, 石墨的D50为: $17\mu\text{m}$, 石墨的D90为: $30\mu\text{m}$; 石墨的0.5C放电容量为 $345\text{mAh}/\text{g}$ 。

[0133] 隔膜的孔隙率为: 52%, 隔膜的厚度为: $20\mu\text{m}$ 。

[0134] 电解液中的锂盐为: 六氟磷酸锂, 且锂盐的浓度为: 1.2M; 电解液中的主溶剂为EC+EMC+DMC+PA的组合。

[0135] 组合导电剂包括: 导电炭黑和纳米导电剂; 纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复

合导电浆料。

[0136] 正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:95%,组合导电剂的比例为:3%;正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:50%;正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯,且聚偏氟乙烯的占比为:2%。

[0137] 负极片的配比包括:石墨的占比为94.5%,组合导电剂的占比为:2%;负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:50%;负极片中的组合导电剂的粘结剂包括:羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶,且羧甲基纤维素钠的占比为:1.5%,丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0138] 正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:13.5mg/cm²,双面密度为:27mg/cm²;正极片敷料的压实密度为:2.4g/cm³。负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:5.8mg/cm²,双面密度为:11.6mg/cm²;负极片敷料的压实密度为:1.5g/cm³。

[0139] 其中,该实施例中,正极片和负极片长度在原蓝本极片长度的基础上缩短17%,宽度保持不变;卷芯个数由原蓝本的6卷芯并联改为8卷芯并联的结构。注液工序的注液量在原蓝本的基础上降低10%,以保证电池的能量密度。完成所有制作工序后,进行性能测试。

[0140] 实施例四:

[0141] 以一款方形铝壳25Ah(标称容量)、能量密度135WH/kg的磷酸铁锂电池作为蓝本,采用本发明实施例提供的磷酸铁锂电池的制作方法进行制作。

[0142] 其中,磷酸铁锂的D10为:0.45um,磷酸铁锂的D50为:1.0um,磷酸铁锂的D90为:4um;磷酸铁锂的压实密度大于等于2.4g/cm³;磷酸铁锂的0.5C放电容量为140mAh/g。

[0143] 石墨的D10为:4.5um,石墨的D50为:11um,石墨的D90为:24um;石墨的0.5C放电容量为348mAh/g。

[0144] 隔膜的孔隙率为:52%,隔膜的厚度为:20um。

[0145] 电解液中的锂盐为:六氟磷酸锂,且锂盐的浓度为:1.2M;电解液中的主溶剂为EC+EMC+DMC+PA的组合。

[0146] 组合导电剂包括:导电炭黑和纳米导电剂;纳米导电剂为碳纳米管与石墨烯的复合导电浆料。

[0147] 正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:95.5%,组合导电剂的比例为:2.5%;正极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:70%;正极片中的组合导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯,且聚偏氟乙烯的占比为:2%。

[0148] 负极片的配比包括:石墨的占比为95%,组合导电剂的占比为:1.5%;负极片中的组合导电剂的纳米导电剂的占比为:60%;负极片中的组合导电剂的粘结剂包括:羧甲基纤维素钠和丁苯橡胶,且羧甲基纤维素钠的占比为:1.5%,丁苯橡胶的占比为2.0%。

[0149] 正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:12.2mg/cm²,双面密度为:24.4mg/cm²;正极片敷料的压实密度为:2.4g/cm³;

[0150] 负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:5.2mg/cm²,双面密度为:10.4mg/cm²;负极片敷料的压实密度为:1.5g/cm³。

[0151] 其中,该实施例中,正极片和负极片长度在原蓝本极片长度的基础上缩短9%,宽度保持不变;卷芯个数由原蓝本的6卷芯并联改为8卷芯并联的结构。注液工序的注液量在原蓝本的基础上降低10%,以保证电池的能量密度。完成所有制作工序后,进行性能测试。

[0152] 对比实施例:

[0153] 以蓝本电池作为对比例,其中,蓝本电池的材料参数为:

[0154] 磷酸铁锂的D10为:0.6um,磷酸铁锂的D50为:2.0um,磷酸铁锂的D90为:7um;磷酸铁锂的压实密度大于等于2.35g/cm³;磷酸铁锂的0.5C放电容量为135mAh/g。

[0155] 石墨的D10为:8um,石墨的D50为:20um,石墨的D90为:38um;石墨的0.5C放电容量为340mAh/g。

[0156] 隔膜的孔隙率为:42%,隔膜的厚度为:20um。

[0157] 电解液中的锂盐为:六氟磷酸锂,且锂盐的浓度为:1.2M;电解液中的主溶剂为EC+EMC+DMC的组合。

[0158] 导电剂包括:导电炭黑。正极片的配比包括:磷酸铁锂的占比为:95.5%,导电剂的占比为:2.5%;正极片中的导电剂的粘结剂为聚偏氟乙烯,且聚偏氟乙烯的占比为:2%。

[0159] 负极片的配比包括:石墨的占比为94.5%,导电剂的占比为:1.5%;负极片中的导电剂的粘结剂包括:羧甲基纤维素钠,且羧甲基纤维素钠的占比为:1.5%。

[0160] 正极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:16.5mg/cm²,双面密度为:33mg/cm²;正极片敷料的压实密度为:2.3g/cm³;负极片敷料的面密度参数包括:单面密度为:7.67mg/cm²,双面密度为:15.34mg/cm²;负极片敷料的压实密度为:1.55g/cm³。卷芯个数为6个。完成电池所有制作工序后,进行性能测试。具体如下所示。

方案	实际容量均值(0.5C)/Ah	重量均值/g	能量密度/Wh*kg-1
实施例 1	26.77	642	133.4
实施例 2	26.61	644.8	132.1
实施例 3	27.13	642.5	135.1
实施例 4	26.59	643.4	132.2
对比例	27.52	651.8	135.1

[0161] 表1:能量密度对比。

方案	初始放电容量(1C)/Ah	倍率充电容量/Ah		倍率充电容量保持率	
		2C	3C	2C/初始容量	3C/初始容量
实施例 1-1#	25.35	24.17	23.86	95.35%	94.10%
实施例 1-2#	25.52	24.44	24.04	95.77%	94.21%
实施例 2-3#	25.25	23.98	23.46	94.96%	92.93%
[0163] 实施例 2-4#	25.14	23.88	23.43	95.01%	93.19%
实施例 3-5#	26.08	25.07	23.87	96.16%	91.55%
实施例 3-6#	26.12	25.28	24.13	96.76%	92.37%
实施例 4-7#	25.57	24.02	23.72	93.94%	92.77%
实施例 4-8#	25.60	24.18	24.00	94.46%	93.73%
对比例	25.78	22.01	20.99	85.38%	81.42%
对比例	25.66	21.68	20.56	84.49%	80.12%

[0164] 表2:倍率充电性能对比。

方案	初始放电容量(1C)	6C 放电容量/Ah	6C 放电容量/初始容量	初始温度 T0/°C	最高温 Tmax/°C	温升(ΔT) /°C
[0165]						

	/Ah					
实施例 1-1#	25.29	26.02	102.89%	23.9	46.1	22.2
实施例 1-2#	25.37	26.19	103.21%	25.4	50.2	24.8
实施例 2-3#	25.62	26.43	103.17%	24.4	47.6	23.2
实施例 2-4#	26.10	26.81	102.71%	25.3	51.5	26.2
实施例 3-5#	26.33	26.84	101.94%	27.5	50.9	23.4
实施例 3-6#	25.65	26.14	101.92%	28.4	50.8	22.4
实施例 4-7#	25.65	26.14	101.92%	25.8	50.5	24.7
实施例 4-8#	25.46	25.93	101.85%	25.8	51.2	25.4
对比例	25.98	25.81	99.35%	28.6	58.4	29.8
对比例	26.20	26.31	100.42%	27.9	60.6	32.7

[0167] 表3:6C放电性能对比。

[0168] 其中,2C充电性能对比如图2所示,3C充电性能对比如图3所示,6C放电性能对比如图4所示,6C放电温度性能对比如图5所示,循环性能对比如图6所示。

[0169] 需要说明的是,在循环性能对比测试中,为合理有效利用测试资源,仅选取实施例一和实施例三与对比例进行循环测试对比。

[0170] 由以上测试数据可以看出,采用本发明实施例公开的磷酸铁锂电池的制作方法,电芯能量密度没有明显下降,且倍率充、放电性能有大幅度提升,循环性能也得到明显提升。

[0171] 可以理解地,上述实施例仅为作为举例,不作为限定本发明的保护范围。

[0172] 进一步地,在其他一些实施例中,本发明还提供一种磷酸铁锂电池,该磷酸铁锂电池可以采用本发明实施例公开的磷酸铁锂电池的制作方法制作。

[0173] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0174] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0175] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0176] 以上实施例只为说明本发明的技术构思及特点,其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本发明的内容并据此实施,并不能限制本发明的保护范围。凡跟本发明权利要求范围所做的均等变化与修饰,均应属于本发明权利要求的涵盖范围。

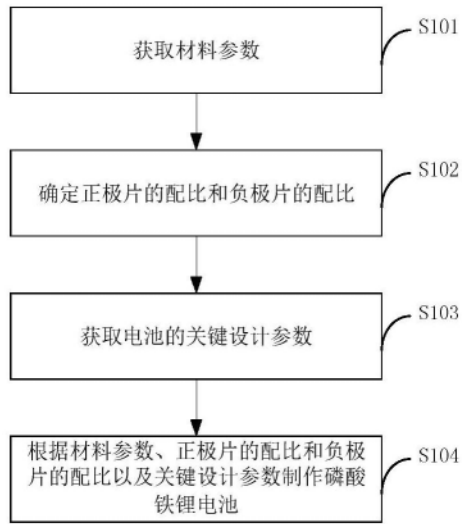


图1

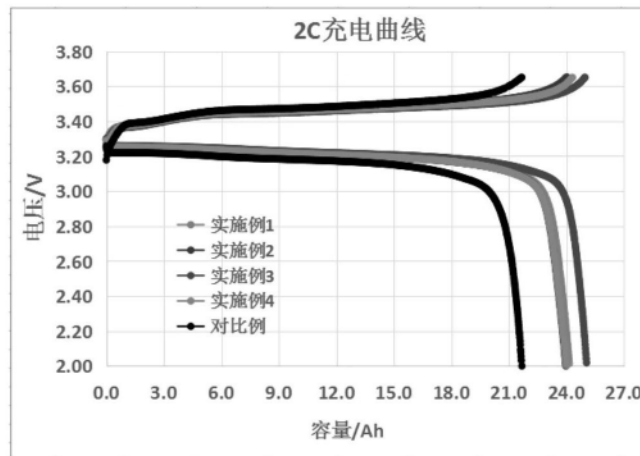


图2

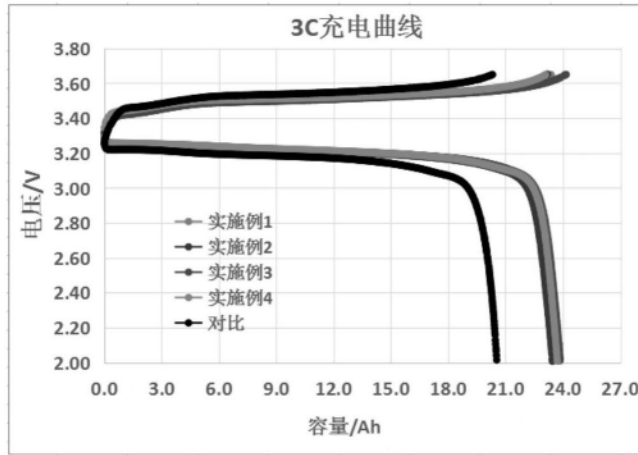


图3

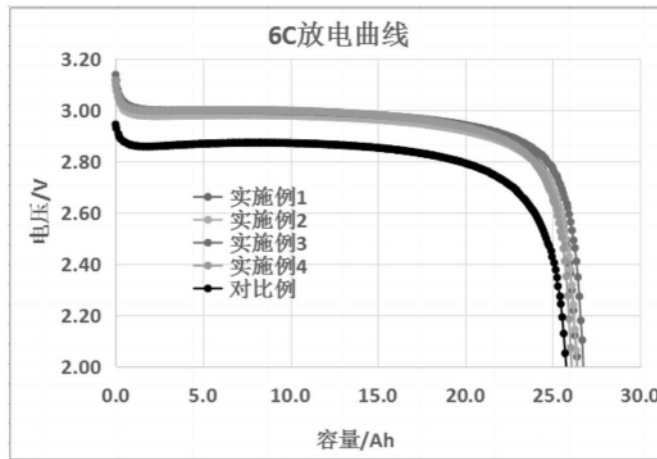


图4

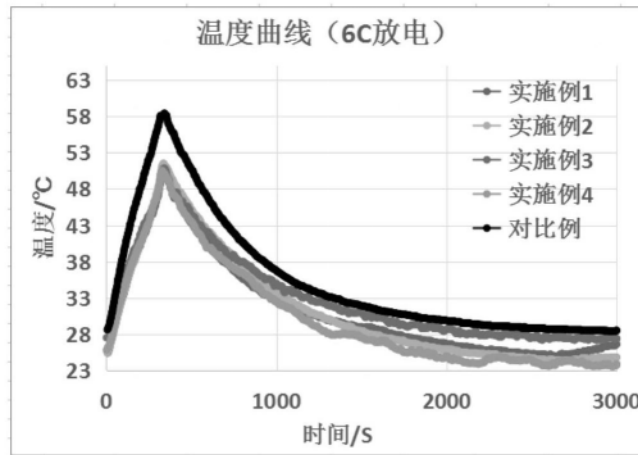


图5

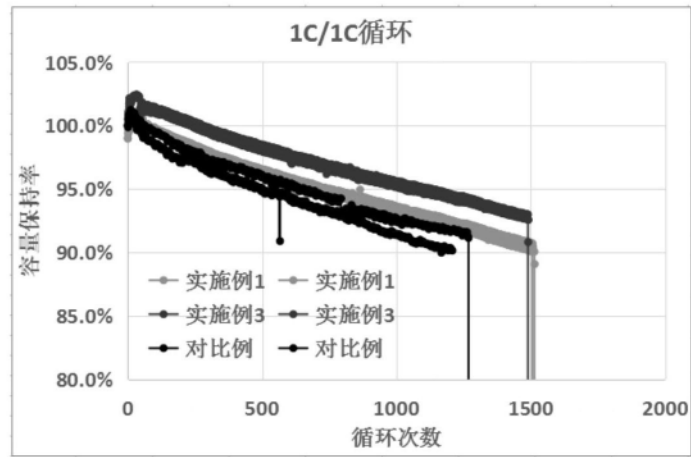


图6